



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 41 29 265 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H01 H 47/22  
G 01 R 33/08  
H 01 F 7/14  
// H01H 47/04

DE 41 29 265 A 1

②1 Aktenzeichen: P 41 29 265.0  
②2 Anmeldetag: 30. 8. 91  
④3 Offenlegungstag: 4. 3. 93

⑦1 Anmelder:

Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

⑦4 Vertreter:

Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

⑦2 Erfinder:

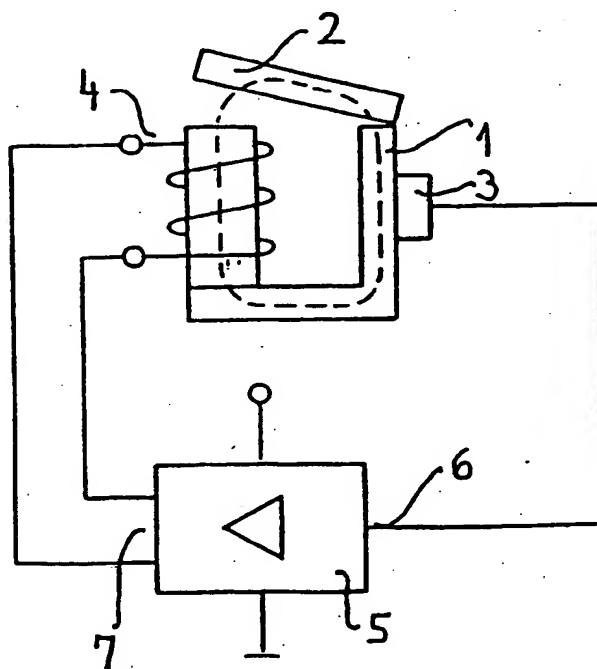
Brandes, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Hoffmann, Bernd,  
Dipl.-Ing., 3000 Hannover, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektromagnetisches Schaltgerät

⑤7 Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltgerät mit einem mehrteiligen Magnetkern, der mittels Spule in Schließrichtung betätigbar ist, insbesondere Schaltrelais mit Kappankermagnetkern.

Um die elektrische Verlustleistung zu reduzieren und die Betriebssicherheit des Schaltgerätes zu erhöhen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der Magnetkern (1, 2) mit einem Magnetflußsensor (3) zur Ermittlung einer dem magnetischen Fluß proportionalen Größe verbunden ist, und daß der Magnetflußsensor (3) mit einer elektronischen Regeleinrichtung (5) derart verschaltet ist, daß die der Spule (4) zugeführte elektrische Leistung über die ermittelte magnetflußproportionale Größe regelbar ist.



DE 41 29 265 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisches Schaltgerät mit einem mehrteiligen Magnetkern, der mittels Spule in Schließrichtung betätigbar ist, insbesondere Schaltrelais mit Klappankermagnetkern.

Elektromagnetische Schaltgeräte bestehen im wesentlichen aus einem meist zweiteiligen Magnetkern, der mit einer Spule versehen ist. Der Magnetkern, d. h. die beiden Magnetkernsegmente bestehen dabei aus dünnen, bis zur Dicke des Magnetkernes aufeinandergeschichteten einzelnen Trafoblechen. Ein solcher geblechter Magnetkern reduziert die Wirbelstromverluste. Bei der Beaufschlagung der Spule mit elektrischer Spannung erzeugt der so fließende Strom in der Spule ein Magnetfeld, welches im Magnetkern geführt wird. Dieses über die Spule erzeugte Magnetfeld führt dazu, daß sich die beiden Magnetkernsegmente gegenseitig anziehen und einen geschlossenen Magnetkreis bilden. Dabei ist der Magnetkern so segmentiert, daß er aus einem feststehenden, die Spule tragenden Teil besteht und einem beweglichen, sogenannten Anker. Der Anker ist bei der Verwendung eines solchen Magnetsystems mit Schaltelementen unter Bildung eines Relais verbunden.

Aus der DE 26 14 926 ist ein elektromagnetisches Schaltgerät bekannt, bei dem ein solcher mittels Spule betätigbarer Magnetkern als Klappankermagnetkern ausgebildet ist und in einem Schaltrelais Verwendung findet. Bei diesem elektromagnetischen Schaltgerät ist zwischen feststehendem Magnetkernsegment und Anker im unbetätigten Zustand ein Luftspalt. Sobald die Spule mit einer elektrischen Spannung bzw. einem elektrischen Strom beaufschlagt wird, schließen die auftretenden magnetischen Kräfte den Magnetkreis durch Anziehen des Ankers an den feststehenden Magnetkern. Um im unbetätigten Zustand der Spule den Anker wieder vom feststehenden Magnetkern zu lösen, ist der Anker mit einer entsprechenden Feder verbunden.

Der in einem Magnetsystem für den Ankerhub erforderliche Luftspalt erzeugt im Magnetkreis einen hohen magnetischen Widerstand. Um die für die Ankerbewegung benötigte Magnetkraft zu erreichen, muß eine hohe magnetische Spannung erzeugt werden. Dies wird durch einen entsprechend hohen Spulenstrom, der durch den Spulendrahtwiderstand bestimmt wird, erreicht. Hat der Anker seine Hubbewegung ausgeführt, so ist der Luftspalt geschlossen. Der Magnetkreiswiderstand wird damit in diesem geschalteten Zustand sehr klein und der Magnetfluß steigt entsprechend an. Die Magnetflußstärke liegt nun im geschalteten Zustand weit über dem zum Halten des Ankers benötigten Maß. Die der Spule damit quasi unnötig zugeführte Scheinleistung führt bei einem lang angehaltenen geschalteten Betriebszustand zu einer Erwärmung der Spule. Demzufolge ist die Verlustleistung eines solchen elektromagnetischen Schaltgerätes sehr groß. Dies fällt zwar bei einer Einzelanordnung eines Relais nicht ins Gewicht, summiert sich jedoch bei einer Vielfachanordnung von Schaltgeräten in einer größeren Schaltungsanordnung. Aus der DE 15 40 507 ist ein elektromagnetisches Schaltgerät bekannt, bei dem in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg des Ankers ein verstellbarer magnetischer Nebenschluß durch sogenannte Flußleiststücke bewirkt wird. Die Flußleiststücke bestehen dabei aus gleitend geführten Schiebern aus unmagnetischem Material mit in Längsrichtung verteilten Öffnungen, in denen Einlagen aus magnetisierbarem Material einge-

bracht sind. Diese Schieber verschieben sich bei der Magnetankerbewegung derart, daß der Nebenschluß mehr oder weniger wirksam wird, je nach Schaltzustand, hierdurch entsteht die Anpassung des Kraftbedarfs in Abhängigkeit vom Ankerweg. Auch hierbei wird keine direkte Herabsetzung der der Spule zugeführten elektrischen Leistung bewirkt, und es entstehen im Prinzip die gleichen Nachteile wie im oben beschriebenen Stand der Technik. Beim Einbau solcher elektromagnetischen Schaltgeräte in beispielsweise bewegten oder vibrierenden Anlageteilen besteht außerdem die Gefahr, daß sich der Klappanker aufgrund von mechanischen Schwingungen kurz abhebt und so beispielsweise einen geschlossenen elektrischen Kontakt kurzzeitig aufhebt. Auch die Verschmutzung der Magnetkernflächen, die nach Schließung des Luftspaltes aufeinanderliegen, führt oftmals zu einem Flattern der Magnetkernsegmente und damit der darüber geschalteten elektrischen Kontakte. Dadurch können je nach Art der über solche Geräte geschalteten Betriebsteile gefährliche Betriebszustände entstehen.

Die Erfindung stellt sich daher die Aufgabe, bei einem elektromagnetischen Schaltgerät der gattungsgemäßen Art die elektrische Verlustleistung zu reduzieren und die Betriebssicherheit zu erhöhen.

Die gestellte Aufgabe wird bei einem elektromagnetischen Schaltgerät der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Magnetkern mit einem Magnetflußsensor zur Ermittlung einer dem magnetischen Fluß proportionalen Größe verbunden ist, und daß der Magnetflußsensor mit einer elektronischen Regeleinrichtung derart verschaltet ist, daß die der Spule zugeführte elektrische Leistung über die ermittelte magnetflußproportionale Größe regelbar ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt. Durch die vorliegende Erfindung ergeben sich eine Reihe von Vorteilen. Da der magnetische Widerstand und damit der magnetische Fluß im Magnetkreis vom Betrag des Luftspaltes abhängig sind, kann über den Magnetflußsensor darauf Einfluß genommen werden durch eine Nachregelung der der Spule zugeführten Leistung. Beim geöffneten, d. h. über Luftspalt beabstandeten Magnetkreis wird der Spule zum Schließen des Magnetkreises eine entsprechend große elektrische Leistung zugeführt. Ist nun der magnetische Kreis geschlossen, so sinkt der magnetische Widerstand im Magnetkreis ab und der Magnetfluß steigt entsprechend an, was durch den Magnetflußsensor registriert werden kann. Eine dem magnetischen Fluß proportionale Größe ist bei der Verwendung eines Hallelementes als Magnetflußsensor, die so erzeugte Hallspannung. Diese Hallspannung ist als Eingangsgröße mit einer elektronischen Regeleinrichtung verschaltet und beeinflusst kontinuierlich abhängig vom Betrag des Magnetflusses die der Spule zugeführte elektrische Leistung bzw. Spannung. Dies bedeutet, daß auf sehr vorteilhaft einfache Weise nach Schließen des magnetischen Kreises die der Spule zugeführte elektrische Leistung auf das Maß reduziert wird, was nötig ist, um den Magnetkreis geschlossen zu halten. Damit wird die Verlustleistung erheblich reduziert und die Betriebstemperatur der Spule bzw. des gesamten elektromagnetischen Schaltgerätes wird ebenfalls reduziert. Auch für den Fall, daß der magnetische Kreis, aus welchen Gründen auch immer, flattert, wird über diese Regeleinrichtung eine entsprechende Kompensation herbeigeführt, so daß der magnetische Kreis in betätigten Zustand stets geschlossen bleibt. Für den Fall, daß der Anker

ungewollt abhebt, registriert der Magnetflußsensor einen Magnetflußabfall und öffnet damit die elektronische Regeleinrichtung derart, daß der Spule kurzzeitig eine größere elektrische Spannung zugeführt wird, bis der Anker, bzw. der Magnetkreis wieder geschlossen ist. Dies führt neben der Reduktion der Verlustleistung und der Arbeitstemperatur auch zu einer erhöhten Betriebssicherheit besonders für die Verwendung von Schaltelementen in bewegten Anlageteilen. Neben der Möglichkeit, ein Hallelement als Magnetflußsensor einzusetzen, besteht in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung die Möglichkeit, den Magnetflußsensor als eine mit einem magnetfeldempfindlichen elektrischen Widerstand versehene Widerstandsbrücke auszubilden. Hierbei ist der magnetfeldempfindliche Widerstand direkt mit dem Magnetkern verbunden, und mit den übrigen nicht magnetfeldempfindlichen Widerständen zu einer Widerstandsbrücke verschaltet. Bei Änderung des Widerstandes aufgrund einer Magnetflußänderung ändern sich die Spannungsverhältnisse in der Widerstandsbrücke, was dann für sich als magnetflußproportionale Größe am Eingang der Regeleinrichtung verwendbar ist.

In letzter vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das elektromagnetische Schaltgerät als Betätigungselement eines Ventils einsetzbar. Hierbei kann über den mehrteiligen Magnetkern eine Betätigung des Ventilstößels bzw. des Ventilschiebers vorgenommen werden. Das heißt, der bewegliche Teil des mehrteiligen Magnetkernes weist die kraftschlüssige Verbindung mit dem Ventilschieber auf. Ein solches elektromagnetisches Schaltgerät in einem Ventil schaltet dann flüssige oder gasförmige Medien bzw. Druckmittel. Auch hierbei ergeben sich die oben genannten Vorteile, daß geschaltete Zustände zuverlässig und sicher aufrechterhalten werden.

Insgesamt ergibt sich für alle Ausgestaltungsmöglichkeiten der besondere Vorteil der Reduktion der aufgenommenen Leistung im geschalteten Zustand.

Der erfindungsgemäße Einsatz eines Operationsverstärkers als elektronische Regeleinrichtung eröffnet in jedweder Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung den Vorteil, daß der Operationsverstärker am Ausgang einen großen variablen Spannungsbereich liefert, so daß es möglich ist, Spulen bzw. Elektromagnete verschiedener Leistungsaufnahmen jeweils über den gleichen Operationsverstärker ansteuern zu können.

Die Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und im folgenden näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 Elektromagnetisches Schaltgerät mit Klappankermagnetkern,

Fig. 2 Elektromagnetisches Schaltgerät mit Hallsonde in zusätzlichem Luftspalt.

Fig. 1 zeigt die Anordnung eines elektromagnetischen Schaltgerätes mit Spule und Magnetkern in der Ausgestaltung eines Klappankermagnetkerns. Mit dem Magnetkern verbunden ist ein Magnetflußsensor 3 angeordnet, der den magnetischen Fluß innerhalb des Magnetkreises über eine dem Magnetfluß proportionale Größe ermittelt. Der Magnetkern besteht im feststehenden Teil aus einem U-förmigen Magnetkern 1, auf den am offenen Ende ein Klappanker 2 klappbar angeordnet ist. In dem dort dargestellten Zustand ist der Magnetkreis geöffnet, d. h. zwischen Klappanker 2 und feststehendem Magnetkern 1 ist ein Luftspalt. Der Magnetflußsensor kann dabei aus einem Hallelement bestehen, welches eine dem Magnetfluß proportionale

Hallspannung liefert. Eine weitere Möglichkeit zur Ausgestaltung besteht darin, den Magnetflußsensor als magnetfeldempfindlichen Widerstand aufzubauen, der mit einer Widerstandsbrücke verschaltet ist. Beide Ausgestaltungsmöglichkeiten registrieren im wesentlichen den magnetischen Streufluß um den Magnetkern herum und sind außen an dem Magnetkern angeordnet. Eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit bei Verwendung eines Hallelementes ist weiter unten in Fig. 2 beschrieben. Die vom Magnetflußsensor 3 gelieferte magnetflußproportionale Größe wird als Eingangsgröße 6 einem Operationsverstärker zugeführt. Diese als Operationsverstärker ausgestaltete elektronische Regeleinrichtung 5 liefert dann am Ausgang 7 eine der magnetflußproportionalen Größe proportionale Ausgangsspannung, die der Spule 4 des elektromagnetischen Schaltgerätes zugeführt wird. Sinkt nun der magnetische Fluß innerhalb des Magnetkerns ab, d. h. hebt sich der Anker vom übrigen Magnetkern ab, so wird letztendlich die Spulenspannung vom Operationsverstärker erhöht, und zwar solange bzw. so hoch, bis der Anker wieder angezogen und der Magnetkreis wieder geschlossen ist.

Bei der Ausgestaltung des Magnetflußsensors als magnetfeldempfindlicher Widerstand innerhalb einer damit verschalteten Widerstandsbrücke hat der Einfachheit wegen konstruktive Vorteile. Dabei registriert dieser magnetfeldempfindliche Widerstand, der mit dem Magnetkern direkt verbunden ist, nicht das im Magnetkern geführte Magnetfeld, sondern das um den Magnetkern herum existierende Streufeld. Da dies jedoch ebenfalls ein Maß für den im Magnetkern geführten Magnetfluß ist, ist diese Möglichkeit zweckmäßig und wirkungsvoll einsetzbar. Eine Änderung des Magnetflusses innerhalb des Magnetkreises hat ebenfalls auch eine Änderung des Streuflusses zur Folge, so daß auch diese Streufeldregistrierung eine magnetflußproportionale Größe liefert. Der magnetfeldempfindliche Widerstand ist in einer sogenannten Widerstandsbrücke verschaltet. Die Widerstandsbrücke kann dabei so abgestimmt werden, daß im normalen, d. h. geschlossenen Zustand des Magnetkreises die Widerstandsverhältnisse in der Widerstandsbrücke symmetrisch sind. Ein Abheben des Klappankers würde eine Widerstandsänderung in magnetfeldempfindlichen Widerstand bewirken, was zur Folge hätte, daß die Widerstandsverhältnisse in der Widerstandsbrücke asymmetrisch werden. Diese Asymmetrie erzeugt in der Widerstandsbrücke Spannungsdifferenzen, die dann letztendlich die dem Magnetfluß proportionale und der Regeleinrichtung eingespeiste Größe zur Regelung der Spulenspannung bzw. des Spulenstromes liefern. Besonders vorteilhaft ist bei dieser Anordnung, daß der Magnetflußsensor einfach außen an den Magnetkern angebracht werden kann.

Fig. 2 zeigt die Verwendung eines Hallelementes als Magnetflußsensor mit einer weiteren Anordnungsmöglichkeit im Magnetkreis. Da es sich bei einem Hallelement meist um ein dünnes Blättchen handelt, welches bei optimaler Nutzung von den Feldlinien des Magnetfeldes direkt durchströmt werden soll, ist hier vorgesehen, den Magnetkreis an einer definierten Stelle durch einen möglichst kleinen Luftspalt 8 zu unterbrechen, in den dann das Hallelement einzuschieben ist. Hierbei werden die Magnetfeldlinien noch effizienter genutzt. Dieser zusätzliche Luftspalt erzeugt natürlich einen weiteren magnetischen Widerstand innerhalb des Magnetkreises. Dieser ist bei der Verwendung eines Hallelementes, welches sehr dünn ausgebildet werden kann, jedoch in Kauf zu nehmen. Eine Änderung des magne-

tischen Flusses innerhalb des Magnetkreises hat eine Änderung der Hallspannung zur Folge, die ihrerseits dann auch wieder als magnetflußproportionale Größe der Regeleinrichtung 5 am Eingang 6 zugeführt werden kann.

Ist der Magnetkreis nach Spannungsbeaufschlagung der Spule geschlossen, so wird entsprechend die Spulenspannung und damit der Spulenstrom auf das Maß herabgesetzt, was nötig ist, um den Magnetkreis geschlossen zu halten. Damit wird die Verlustleistung nahezu zu Null geregelt, und außerdem findet eine permanente Überwachung des Schaltzustandes des elektromagnetischen Schaltgerätes statt. Einer Störung, d. h. einem ungewollten Öffnen wird dabei stets durch Regeln der Spulenspannung bzw. des Spulenstromes entgegengewirkt.

Insgesamt wird damit die Betriebssicherheit eines elektromagnetischen Schaltgerätes wesentlich erhöht, wobei sich dann auch noch der Nebeneffekt ergibt, daß die Arbeits- bzw. Betriebstemperatur eines solchen Gerätes ebenfalls herabgesetzt wird.

#### Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Schaltgerät mit einem mehrteiligen Magnetkern, der mittels Spule in Schließrichtung betätigbar ist, insbesondere Schaltrelais mit Klappankermagnetkern, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetkern (1, 2) mit einem Magnetflußsensor (3) zur Ermittlung einer dem magnetischen Fluß proportionalen Größe verbunden ist, und daß der Magnetflußsensor (3) mit einer elektronischen Regeleinrichtung (5) derart verschaltet ist, daß die der Spule (4) zugeführte elektrische Leistung über die ermittelte magnetflußproportionale Größe regelbar ist.
2. Elektromagnetisches Schaltgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Regeleinrichtung (5) aus einem Operationsverstärker besteht, der am Eingang (6) mit dem Magnetflußsensor (3) und am Ausgang (7) mit der Spule (4) verschaltet ist.
3. Elektromagnetisches Schaltgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetflußsensor (3) aus einem Hallelement besteht.
4. Elektromagnetisches Schaltgerät nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnetflußsensor (3) aus einer mit einem magnetfeldempfindlichen elektrischen Widerstand versehenen Widerstandsbrücke besteht.
5. Elektromagnetisches Schaltgerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, für ein elektromagnetisch betätigtes, mit Ventilschieber versehenes Ventil, dadurch gekennzeichnet, daß der mehrteilige Magnetkern (1, 2) über seinen beweglichen Magnetkernteil (2) eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Ventilschieber zur Betätigung des Ventils aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

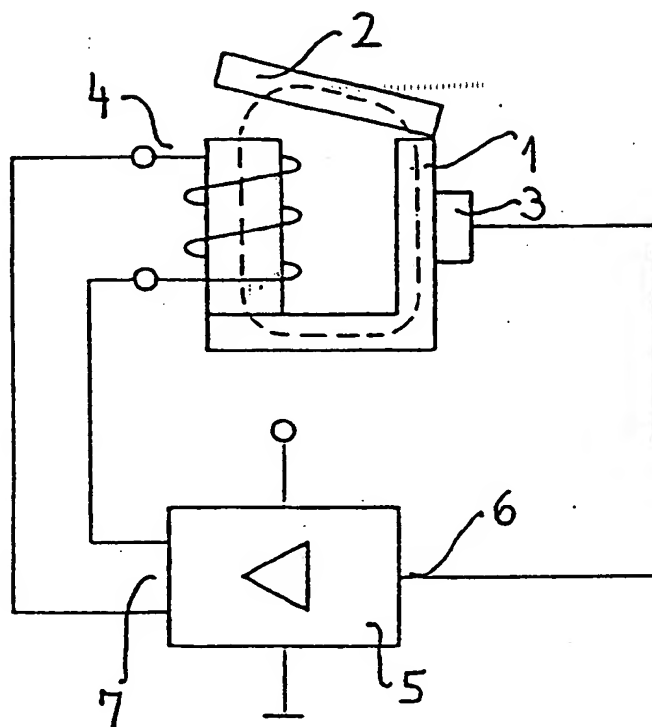


Fig. 1

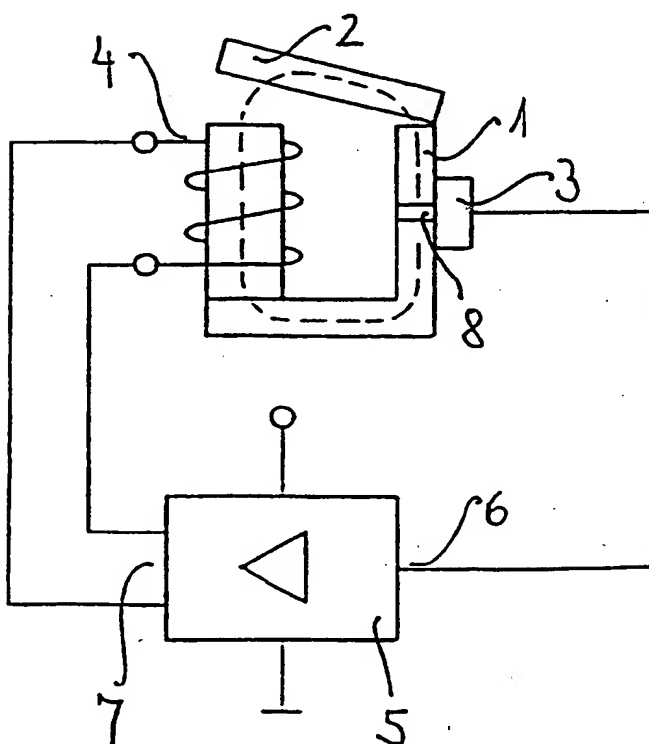


Fig. 2